Горные стационарные установки и машины.
Записки Ленинградского горного института. Л., 1988. Т.117

УДК 621.7.8; 622.7

# ОПЫТ БОРЬБЫ С ЗАРАСТАНИЕМ МАГИСТРАЛЬНЫХ ПУЛЬПОВОДОВ МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА МИНЕРАЛЬНО-ОРГАНИЧЕСКИМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ

Ю.Н.ГУЛЯЕВ, В.Д.НЕГЕРДУС

С переводом промышленных предприятий на полное оборотное водоснабжение технологической водой появилось явление зарастания магистральных пульповодов и водоводов оборотной воды минерально-органическими отложениями, что постепенно снижало пропускную способность с последующей закупоркой. Зарастание пульповодов и водоводов приносило значительные материальные и трудовые издержки. За последние годы в отечественной и зарубежной практике накопился достаточный опыт очистки и удаления минерально-органических отложений с внутренних стенок и дна трубопроводов физико-механическими способами. В отечественной литературе[x] рекомендуется в зависимости от конкретных условий применять гидропневматическую, гидромеханическую (гидровибрационную) промывки или химическую отмывку.

Гидропневматическая промывка применяется для удаления из трубопроводов рыхлых отложений и продуктов коррозии металла. К промываемому трубопроводу подводится вода под давлением до 0,3 МПа и воздух под давлением порядка 0,5 МПа. Противоположный конец оборудуется выпуском. Для удаления слизистых и мягких отложений в трубопроводе нужно обеспечить скорость движения водовоздушной смеси 2-5 м/с, для удаления вязких и твердых отложений - до 10 м/с и более. При этом соотношение воды и воздуха должно составлять от 1:1 до 1:5. Эффективность промывки контролируется качеством промывочной воды и величиной удельных потерь давления по длине промываемого трубопровода.

Гидромеханическая (гидровибрационная) промывка трубопроводов применяется для удаления твердых (окаменелых) отложений. На трубопроводе монтируется специальный патрубок диаметром, равным диаметру трубопровода. В трубопровод вводится шар на 15-20 мм меньше внутреннего диаметра. Шар в трубопроводе удерживается тросом, который через сальниковое устройство в кромке патрубка соединен с лебедкой. В трубопровод подается вода, количество которой определяется скоростью в зазоре, которая должна быть не менее 5-10 м/с. Под воздействием воды, подаваемой в промывочный участок, шар приходит в колебательное движение и своими ударами о стенки разрушает твердые отложения, которые уносятся потоком воды. По мере разрушения и уноса отложений трос барабана лебедки сматывается, создавая условия пере-

[x] Методические указания по пуску и наладке сооружений водного хозяйства предприятий черной металлургии / Черметэнерго, Свердловск, 1988.

движения шара по очищенному участку. Возможна гидромеханическая очистка со свободно (без троса) перемещающимся шаром, но при этом есть вероятность заклинивания шара.

Химическая отмывка (очистка) применяется в отдельных случаях для малых диаметров. Промывка производится трехпроцентным раствором ингибированной солячой кислоты или аммиачной водой. Скорость движения раствора трубопроводе должна быть 0,2–0,3 м/с. Процесс кислотной промывки контролируется по концентрации кислоты.

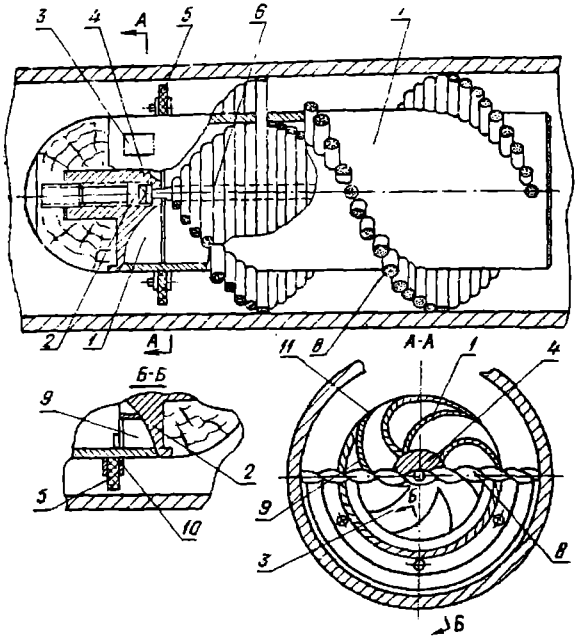
В зарубежной практике также широко применяется гидромеханический метод очистки трубопроводов. Например, в США на севере Лос-Анжелеса была успешно проведена очистка трубопровода диаметром 560 мм, проложенного в сложном горном рельефе[X]. Трубопровод на протяжении 21,5 км нуждался в срочной очистке. Первоначально очистку производили с помощью надувного резинового шара, окованного по всей поверхности цепью и наполовину заполненного водой, но впоследствии для очистки был изготовлен специальный скребок из короткой трубы с двумя резиновыми манжетами. Кроме того, в трубопровод закачивался специальный раствор (промывочная жидкость). Скребок двигался под давлением от 0,036 до 0,85 МПа. Трехкратный пропуск скребка позволил почти полностью очистить трубопровод, при этом пропускная способность трубопровода увеличилась от 71 до 92 %. Затраты на очистку быстро себя оправдали и оказались ниже расчетных.

В последнее время в зарубежной практике нашел широкое применение для очистки трубопроводов так называемый «абразивный пыж», который представляет собой специально сконструированный снаряд, снабженный очистительными щетками, реактивной турбиной и уплотнительными манжетами. Передвижение снаряда в трубопроводе происходит за счет перепада давления перед и за снарядом. Реактивная турбина придает снаряду вращательное движение и производит предварительный размыв отложений. Передвижение снаряда может осуществляться транспортируемой жидкостью без остановки работы трубопровода, при этом ввод снаряда в трубопровод осуществляется через шлюзовые камеры.

С вводом в эксплуатацию магистральных пульповодов системы гидротранспорта продуктов обогащения руды на Норильском ГМК обнаружилось явление зарастания пульповодов медного концентрата минерально-органическими отложениями. Химическая промывка пульповодов приводила к значительной гидрохимической эрозии.. Поэтому для очистки пульповодов был изготовлен специальный гидромеханический снаряд (гидромеханический абразивный пыж), который в августе – октябре 1985 г. прошел успешные испытания. На рисунке приведен эскиз снаряда, который состоит из внутренней трубы 7; деревянного оголовка 2; турбины 4 с лопастями I, закрытыми полостями 9, окнами I0, открытыми полостями II, очистительными щетками 8; стяжного центрального болта 6; кольцевых дисков I0 и резинового уплотнения 5. В деревянном оголовке снаряда имеется камера для капсулы с изотопом, с помощью которого

---

[X] Очистка трубопроводов в пересеченной местности Перевод № 7570 ЦНИИТЭНефть. М., 1957.




Гидромеханический снаряд

определялось местонахождение снаряда по длине магистрального пульповода.

Снаряд вводился в пульповод впереди деревянным оголовком, при этом резиновое уплотнение плотно прижималось к внутренней поверхности трубопровода. После подключения трубопровода к рабочему насосу за счет разности давлений до и после снаряда возникает продольное усилие и вращающее (касательное) усилие за счет закручивания потока в турбине и истечения через боковые открытые полости. Под действием этих усилий снаряд получал винтовой характер движения, при этом происходил частичный размыв с последующим разрушением отложений очистительными щетками.

Первые испытания проводились на километровом участке пульповода. На основании этих испытаний была уменьшена на 70 % площадь выходных окон турбины. Образования грязевых пробок перед снарядом не наблюдалось. Разрушенные отложения вымывались и уносились потоком жидкости. Повторные испытания проводились на пульповоде длиной 20 км. По трассе, примерно через 5 км, вырезались окна для выпуска пульпы впереди снаряда. В некоторых местах снаряд останавливался из-за наличия в пульповоде посторонних предметов (доски, клинья, обрезки трубопроводов и т.д.). Для определения местонахождения снаряда использовалась капсула с периодом полураспада 24 ч. Капсула вставлялась во внутреннюю полость деревянного оголовка снаряда. После уборки из пульповода посторонних предметов снаряд легко продвигался вперед со скоростью примерно I м/с. Производительность магистрального насоса 250 $м^3$/ч, давление после снаряда доходило до 3 МПа, а в среднем составляло примерно I,5 МПа, при этом осевое усилие на снаряд равно нескольким тоннам.

В сентябре I985 г. этим способом были прочищены четыре нитки пульповодов длиной свыше 20 км каждая. Проведенные испытания показали хорошее качество очистки пульповодов от образовавшихся на внутренних стенках минерально-органических отложений, незначительную стоимость прочистки и высокую надежность работы снаряда. Поломок и износа снаряда во время испытаний не было. В дальнейшем предусматривается чистить пульповоды без остановки гидротранспортной линии. На основании проведенных испытаний рекомендуется использовать для очистки трубопроводов от минерально-органических отложений снаряды подобных конструкций.